尾菜饲料化利用技术及其在畜禽养殖生产中的应用[1]

戚如鑫　魏　涛　王梦芝*　章世元
(扬州大学动物科学与技术学院，扬州 225009)

摘　要：蔬菜废弃物即尾菜具有一定的营养价值，是较好的饲料资源之一，如果能够合理地利用尾菜资源，不仅将会开发更多的非常规饲料资源，还将在一定程度上缓解由于尾菜带来的环境污染问题。本文从尾菜的分布及应用状况、尾菜的营养成分、尾菜饲料化处理技术及其在畜禽养殖生产中的应用这几个方面出发，综述尾菜饲料化的研究进展，以期能够为尾菜饲料化应用提供一些参考。

关键词：尾菜；利用；饲料；技术
中图分类号：S816　文献标识码：A　文章编号：

蔬菜含有丰富的营养物质，是生活中必不可少的食物，由于蔬菜产量的不断提升，因此蔬菜的生产加工所产生的废弃物即尾菜也随之增加。在农贸市场、田间等地，尾菜通常会被视为垃圾而随意丢弃，由于蔬菜极易腐败，长期如此不仅会对环境造成污染，给环境治理造成负担，也使蔬菜的利用率降低，同时还造成了一定程度的资源浪费[1]。因此，需要对尾菜资源进行合理的利用，这不仅可以缓解环境污染的问题，还可以实现资源的循环利用，提升蔬菜的整体利用率，将尾菜变废为宝创造价值。

1　概　况

我国是农业大国，蔬菜种植面积占世界的43%，而产量达到了49%[2]，并且我国蔬菜的种植面积还在不断地增加，2015年我国的蔬菜产量达到78 526.1万t，较2012年增长10.8%，年均增长3.6%[3-6]。在蔬菜产量增加的同时，人们对蔬菜质量的要求也在不断提升，这也就意味着蔬菜废弃物，即尾菜的数量将在一定程度上增长。

日常生活中蔬菜的可食用部分平均为80%，废弃物平均为20%，最高的可达到67%[7]。例如，全国茭白种植面积达6.7万hm^2，每亩（1亩≈667 m^2）的茭白田年产茭白鲜秸秆5 t以上，全国每年浪费的鲜茭白鞘叶达500万t以上[8]。以江苏省扬州市为例，其蔬菜种植比

收稿日期：2017-09-09
基金项目：2017年国家重点研发计划项目（2017YFD0800200）
作者简介：戚如鑫（1995—），男，江苏扬州人，硕士研究生，动物营养与饲料科学专业。E-mail： 1051408225@qq.com
*通信作者：王梦芝，副教授，硕士生导师，E-mail： mengzhiwangyz@126.com

例呈逐年上升趋势，如表 1 所示，在 2015 年年末的耕地面积达 295 120 hm^2，蔬菜的种植面积达 51 300 hm^2，单产 39.6 t/hm^2，总产量 203 3823 t。根据日常蔬菜废弃物为 20%~67%计，扬州地区的年蔬菜废弃物为 406 764.6~136 2661.41 t。

表 1　扬州市蔬菜种植占所有农作物种植比例

Table 1　Vegetable cultivation in *Yangzhou* city accounts for the proportion of all crops[9-13]

项目 Items	年份 Year 2011	2012	2013	2014	2015
耕地面积 Cultivated area/hm^2	293 134	290 909	290 987	293 477	295 120
种植面积 Planting area/hm^2	46 750	47 950	48 040	48 620	51 300
种植面积比例 Proportion of acreage/%	9.28	9.45	9.41	9.52	10.08

随着蔬菜种植数量的增长和对蔬菜质量要求的提高，使得尾菜的数量也在不断增长。因此，合理利用尾菜资源不仅有利于生态环境的良好发展，也有利于资源循环节能减排，在降低生产成本的同时提升种植的边际效益，具有十分重要的意义。

2　尾菜的资源化利用方式

目前，尾菜的资源化利用方式主要有饲料化、肥料化和能源化。

2.1　饲料化

尾菜饲料化，是指通过生物或物理技术处理将尾菜转变为饲料，用于替代或替代部分饲料。尾菜饲料化可在一定程度上提升饲料的养分、降低动物饲养成本。连文伟等[14]对菠萝叶进行饲料化，将菠萝叶通过青贮技术制成青贮饲料。张继等[15]对马铃薯和高山娃娃菜的废弃物进行固体发酵，生产出菌体蛋白饲料。李海玲等[16]将白菜尾菜和小麦秸秆按一定比例进行混合发酵，增加了白菜尾菜和小麦秸秆饲料化的可利用性。戴洪伟等[17]将玉米秸秆和莲花菜尾菜利用酵母菌进行发酵，提高了原物料中粗脂肪和粗蛋白质的含量。杨富民等[18]采用畜禽粗饲料制粒及制块的技术，针对芹菜、白菜和莲花菜这 3 种蔬菜的尾菜研制出相应的尾菜饲料化生产线，并进行了优化。王朝霞[19]报道，兰州市榆中县定远镇蒋家营村的村

民，利用青贮技术将花椰菜的废弃物制作成青贮饲料用于饲养奶牛，且饲养效果较好。徐大文[20]设计出了将尾菜加工成饲料粉的技术。邵建宁等[1]通过研制出的尾菜液体青贮菌剂，对白菜废弃物和青笋叶进行青贮发酵，生产出的尾菜青贮饲料品质良好。李勇等[21]通过在白菜中添加小麦麸、2%乙酸和玉米粉进行青贮，发现当青贮时间为第 30 天时效果可达最佳。

2.2　肥料化

将尾菜发酵后转变为蔬菜种植的肥料，实现尾菜的循环利用，在一定条件下尾菜将是替代普通化肥的生态肥料。这不仅降低了尾菜对环境的污染，在一定程度上也能够提升蔬菜的品质。杨鹏等[22]将蔬菜废弃物和牛粪混合进行好氧发酵试验，进行优化后发现当蔬菜废弃物与牛粪达到 3：1 的质量比、每天曝气时间达 2 h，发酵时间达到 40 d 时发酵效果最佳。王远远[23]将蔬菜废弃物的沼液灌溉小白菜，发现沼液高量处理的小白菜产量最高，小白菜的单产达 730 kg/亩；沼液中量处理提高了小白菜的维生素 C 和可溶性糖的含量，其中维生素 C 的含量与对照组相比提升了 30.2%，可溶性糖的含量与对照组相比提升了 65.5%。

2.3　能源化

尾菜能源化主要是通过沼气发酵的途径，将尾菜转化为沼气能源，用于替代部分天然气和煤气的作用。尾菜能源化可将废弃物再次利用，发挥尾菜能源化的作用。王远远[23]通过沼气发酵技术对蔬菜废弃物进行能源化，通过试验发现接种物浓度为 30%时，甲烷含量最优，为 42.81%，总产气量达 7 790.81 mL；通过添加镍（Ni）、铁（Fe）、钴（Co），发现沼气产气量增加了 37.11%，同时甲烷的含量也提升了 40.34%；通过以温度为变量的试验，发现在 34~36 ℃条件下效果较好，总产气量为 5 892 mL，甲烷含量为 77.8%。任海伟等[24]通过试验发现，将干玉米秸秆和含水率为 73%的白菜废弃物按 21：27 的比例配比时能贮存 60 d，且混合贮存后的甲烷产量相对于干黄秸秆的甲烷产量有明显提升，提升了约 61.67%。

3　尾菜的营养成分

尾菜的有机物含量相对较高，主要成分有糖类、蛋白质、粗纤维、脂类物质、无机盐、半纤维素、纤维素、木质素。不同来源的尾菜其营养成分含量与其对应的蔬菜的营养成分相含量关，表 2 给出了部分蔬菜及茭白鞘叶的营养成分含量。

表 2　部分蔬菜及茭白鞘叶营养成分含量　　%

Table 2　Nutrient contents of some vegetables and wild rice stem leaf sheath　　%

项目 Items	水分 Moisture	粗蛋白质 Crude protein	粗脂肪 Crude fat	粗纤维 Crude fiber	钙 Calcium	磷 Phosphorus	资料来源 Reference

							source
白菜 Chinese cabbage	94.70	28.26	6.78	12.94	0.05	0.03	邵世勤等[25]
生菜 Lettuce	95.22	21.49	11.62	12.59	0.08	0.04	邵世勤等[26]
茭白鞘叶 Wild rice stem leaf sheath	68.80	16.97	1.79	34.06	0.54	0.23	蒋柏荣等[27]、包健等[28]
莲藕 Lotus root	82.42	1.60	0.40	0.85	0.03	0.03	涂静[29]

白菜是一种常见的蔬菜，秋冬季节需求量大而且价格较低，白菜表面的菜叶及根部通常会被择去、丢弃成为尾菜。白菜水分含量高，适口性好，同时其干物质中含有较高的蛋白质和氨基酸，是畜禽优良的饲料。生菜的水分含量较高，粗纤维含量低，适口性好，也可以在畜禽饲粮中以一定比例使用。茭白、莲藕为水生蔬菜，主要产自南方地区。江苏省扬州市2008年水生蔬菜的种植面积为10 866.7 hm^2，主要包括莲藕、茭白等水生蔬菜。夏秋季节是茭白收获的季节，茭白鞘叶会被择去成为尾菜，很容易腐烂而污染环境。茭白鞘叶纤维含量较高，适合通过青贮处理作为反刍动物的饲料。莲藕的淀粉含量相对其他蔬菜而言较高，通过适宜技术的加工也是良好的饲料来源。这些尾菜如不及时处理，不仅会对环境产生影响，而且长期不处理还会成为蔬菜种植户的负担。

尾菜的饲料化处理技术则可“变废为宝”，一方面缓解蔬菜种植户的尾菜困扰，另一方面为畜禽养殖开发非常规饲料资源。

4 尾菜饲料化利用技术

尾菜饲料化的处理主要有青贮饲料、加工饲料粉等技术。大量研究人员都对尾菜青贮处理进行了研究。连文伟等[14]将菠萝叶废弃物经过青贮后测得其粗蛋白质含量为5.42%、粗纤维含量为20.61%、粗脂肪含量为8.40%、钙含量为0.23%、总磷含量为0.065%，pH为3.5。邵建宁等[1]通过试验发现，在尾菜青贮时，将植物乳杆菌和发酵乳杆菌按2：1的比例配比青贮效果最佳。钱仲仓等[30]将新鲜茭白叶进行青贮处理后，发现青贮后的茭白叶相对于新鲜茭白叶的粗蛋白质含量提升了6.69%、干物质含量下降了5.35%、可溶性还原糖含量提升了21.18%，酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维含量并无显著变化。郑晓灵等[31]通过添加0.2 g/kg的纤维素酶对甘蔗梢进行青贮处理，青贮处理90 d后进行测定，发现添加纤维素酶的甘蔗

梢青贮与对照组相比 pH 提升了 3.6%、乳酸含量下降了 3.0%、干物质含量提升了 1.16%、粗灰分含量提升了 15.42%、粗脂肪含量提升了 6.2%、无氮浸出物含量提升了 3.2%、粗蛋白质含量下降了 7.5%、粗纤维含量下降了 3.2%、钙含量下降了 8.8%、磷含量下降了 28.0%。牛荇洲[32]将高原夏菜的尾菜进行饲料化利用，尾菜经过青贮发酵后其 pH 可达 3.8，通过试验发现小麦秸秆和高原夏菜尾菜的比例为 1：8、菌剂添加量为 0.005%时青贮饲料的品质较好，并且经过青贮处理后的尾菜饲料的中性洗涤纤维含量有所降低，从而提升了饲料的适口性，有助于采食量的提升。

在将尾菜加工成饲料粉的技术方面，徐大文[20]设计了一套基于物理处理方式的尾菜加工技术，可将尾菜加工成饲料粉。申海玉等[33]将西兰花茎叶制作成饲料粉加入雏鸭的饲粮中，通过试验发现西兰花茎叶饲料粉提升了雏鸭的消化能力，且得出饲粮中西兰花茎叶饲料粉的最适添加比例为 8%。邝哲师等[34]将桑枝叶干燥后粉碎制成桑枝叶粉加入到肉猪的饲粮中，通过试验发现在体重为 60 kg 的肉猪饲粮中添加 10%的桑枝叶粉，在饲养 50 d 后可改善猪肉的品质和风味。

由上可见，青贮处理技术通过将尾菜进行青贮化处理，提升了饲料的适口性和营养价值。加工饲料粉技术通过将尾菜进行物理加工粉碎处理，在一定程度上可以提升动物的消化能力和动物产品的品质，并且加工饲料粉技术也可以为尾菜的青贮处理提供一定程度的帮助。

5 尾菜饲料化在畜禽养殖中的应用

将尾菜饲料化应用于畜禽养殖中能够起到节省饲料、提高饲料营养价值、改善饲料适口性、提升动物生产能力和品质、降低动物饲养成本等作用。李明福等[35]采用菠萝叶废弃物青贮饲料喂养反刍动物后发现饲喂效果相对较好，并且菠萝叶废弃物青贮饲料也适用于猪的喂养；将 50%的常规青饲料替换成菠萝叶废弃物青贮饲料用于喂养生长和育肥阶段的猪，通过试验发现猪的采食量、粪尿、皮肤、毛色及健康状况等都处于正常状态，且增重效果较好；在饲养成本方面，猪的体重每增重 1 kg 即可节省 0.35 元。倪小军等[36]通过金针菇菌糠饲料化的试验发现，食用含金针菇菌糠饲粮的猪增重显著升高且长势较好，毛色和皮肤较好，采食量也显著增加，健康状况较好且死亡率相对于对照组也有所降低；在饲养成本方面，通过试验发现每头猪的饲料成本降低了 8 元，每头猪增值 11.78 元，每头猪的净利润可增长 19.78 元。

陈芳[37]对竹笋废弃物进行青贮化，使得其干物质含量提高至 23.8%、粗蛋白质含量为 16.7%、粗纤维含量为 34.7%、pH 为 3.9；通过试验发现，以青贮化的竹笋废弃物饲料替代 20%的精料后湖羊的增重效果最好，日增重达 206 g；将竹笋废弃物青贮饲料用于替代肉牛

饲粮中的大麦和小麦，采食量平均增加 7.1%，平均日增重相对于对照组提高了 9.7%，饲料成本相对于对照组降低了 0.92%，盈利相对于对照组增加了 17.72%。胡理明[38]将茭白鞘叶进行青贮化，发现茭白鞘叶经青贮处理后，不论是营养价值还是适口性均得到了有效的提升，品质优于普通饲草料；将茭白鞘叶青贮饲料加入到湖羊的饲粮中，试验组的湖羊食用茭白鞘叶青贮饲料后春季增重 7.7%，秋季增重 11.2%，年均增重 9.45%，且试验期内未发生临床疾病。牛荇洲[32]将高原夏菜通过青贮处理后形成尾菜青贮饲料，并对藏羊进行育肥试验，结果发现，与以玉米全株青贮作为粗饲料的对照组相比，以尾菜青贮饲料为粗饲料的 2 个试验组的藏羊日增重分别提升了 8.91%和 15.04%，增重率分别提升了 11.32%和 16.42%，经济效益分别提升了 19.37%和 29.30%，从而增加了养殖收入。

连文伟等[14]在泌乳奶牛的饲粮中添加 6 kg/（头·d）的菠萝叶废弃物青贮饲料进行喂养，发现奶牛的产奶量提高了 9.7%，并且牛乳比重也提高到了 26.8°以上，在奶牛的饲料成本上节约了 10~80 元/t。Liu 等[39]将青贮笋壳作为奶牛粗饲料，可提升奶牛的采食量和生产性能。钱仲仓等[30]将茭白叶通过青贮处理后变为 pH 为 4.52、总氮值为 3.71%的茭白叶青贮饲料，通过对天台黄牛进行饲养试验后发现，试验组相对对照组增重提升了 7.18%。还有研究表明，一般情况下兔类对饲料中粗纤维的消化率低于 40%，而牛、羊对饲料中粗纤维的消化率高于兔类[40]。

由此可见，尾菜饲料化在实际的养殖中能够为养殖户节约养殖成本，提高饲料的适口性和畜禽采食量，并在一定程度上提高养殖动物的生长性能，而最终体现为提高养殖户的养殖经济效益。

6 小 结

尾菜资源相对廉价且丰富，将其饲料化不仅可以提高尾菜的利用率，还可为畜禽开发非常规饲料资源，在一定程度上缓解人畜争粮的问题，并提高蔬菜种植的经济效益。通过青贮等生物处理技术将尾菜转变为动物饲料可以提升饲料的营养价值，处理后尾菜饲料饲喂畜禽其增重率、产品产量、产品品质等均有一定程度的提升，且健康状况良好；而且，还可降低动物的饲养成本，提升养殖户的经济收入。另外，尾菜对于蔬菜的生产、加工、运输等企业而言属于废弃物，所以价格相对低廉，其饲料化可在一定程度提高蔬菜种植与生产的经济效益。除此之外，尾菜资源化利用程度的提高具有重要减缓环境污染、改善生态环境的意义。因此，尾菜的饲料化将有较好的发展前景。但其饲料化处理技术和畜禽饲养的应用技术还有待进一步的研究推进。

参考文献：

[1]邵建宁,彭章普,张文齐,等.尾菜液体青贮菌剂制备及应用[J].中国酿造,2016,35(10):95–98.
[2]牛芳,王冕.虫螨腈、甲维盐对四种蔬菜主要害虫的毒力测定[C]//第九届全国农药交流会论文集.上海:中国农药协会,2009.
[3]中华人民共和国国家统计局.2013 中国统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2013.
[4]中华人民共和国国家统计局.2014 中国统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2014.
[5]中华人民共和国国家统计局.2015 中国统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2015.
[6]中华人民共和国国家统计局.2016 中国统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2016.
[7]李东霞,庞会利,王雁萍,等.蔬菜废弃物中高抗菌活性乳酸菌的筛选及鉴定[J].饲料研究,2014(13):71–74.
[8]陈建明,张珏锋,何月平,等.我国茭白鞘叶综合利用技术研究与应用现状[J].长江蔬菜,2011(16):16–20.
[9]扬州市统计局.2012 扬州市统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2012.
[10]扬州市统计局.2013 扬州市统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2013.
[11]扬州市统计局.2014 扬州市统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2014.
[12]扬州市统计局.2015 扬州市统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2015.
[13]扬州市统计局.2016 扬州市统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2016.
[14]连文伟,张劲,李明福,等.菠萝叶渣青贮饲料饲喂奶牛对比试验[J].热带农业工程,2003(4):23–25.
[15]张继,武光朋,高义霞,等.蔬菜废弃物固体发酵生产饲料蛋白[J].西北师范大学学报:自然科学版,2007,43(4):85–89.
[16]李海玲,惠文森,刘杰,等.小麦秸秆和白菜尾菜混合发酵试验[J].中国酿造,2015,34(5):131–134.
[17]戴洪伟,解耀钦.玉米秸秆和莲花菜尾菜酵母菌发酵试验[J].甘肃畜牧兽医,2015,45(3):31–33.
[18]杨富民,张克平,杨敏.3 种尾菜饲料化利用技术研究[J].中国生态农业学报,2014,22(4):491–495.
[19]王朝霞.兰州高原夏菜:尾菜变“废”为“宝”[N].甘肃日报,2012-04-01(015).

[20]徐大文.浅谈尾菜加工饲料粉技术[J].科学种养,2014(11):46.
[21]李勇,朱平军,范伟杰,等.白菜青贮效果观察[J].中国畜牧兽医,2007,34(2):21–22.
[22]杨鹏,朱岩,杜连柱,等.蔬菜废弃物好氧发酵腐殖液肥料化试验[J].农业机械学报,2013,44(12):164–168,119.
[23]王远远.蔬菜废弃物沼气发酵工艺条件及沼气发酵残余物综合利用技术的研究[D].硕士学位论文.上海:上海交通大学,2008.
[24]任海伟,王聪,窦俊伟,等.玉米秸秆与废弃白菜的混合青贮品质及产沼气能力分析[J].农业工程学报,2016,32(12):187–194.
[25]邵世勤,马青枝,布彩霞,等.不同类蔬菜品种营养成份含量的研究[J].内蒙古农牧学院学报,1993,14(2):56–61.
[26]邵世勤,马青枝,布彩霞,等.不同类蔬菜品种营养成分含量的研究(II)[J].内蒙古农牧学院学报,1994,15(3):42–46.
[27]蒋柏荣,叶均安,黄利权,等.茭白鞘叶青贮料在牛瘤胃降解的分析与评定[J].中国畜禽种业,2013,9(7):99–101.
[28]包健,盛永帅,蔡旋,等.鲜食大豆秸秆、茭白鞘叶和甘蔗渣营养成分和瘤胃降解率的研究[J].饲料研究,2015(15):33–38.
[29]涂静.莲藕品质评价及其冻结特性研究[D].硕士学位论文.无锡:江南大学,2014.
[30]钱仲仓,杨泉灿.茭白叶青贮料的营养分析及对天台黄牛生长性能的影响[J].上海畜牧兽医通讯,2016(4):40–41.
[31]郑晓灵,刘艳芬,刘铀,等.纤维素酶对甘蔗梢青贮品质的影响[J].饲料工业,2007,28(12):39–41.
[32]牛荇洲.高原夏菜尾菜青贮及其对藏系绵羊饲喂效果试验研究[D].硕士学位论文.兰州:西北民族大学,2017.
[33]申海玉,杨利,韩超,等.西兰花茎叶粉饲料化应用对雏鸭消化性能的影响[J].凯里学院学报,2016,34(3):70–73.
[34]邝哲师,叶明强,赵祥杰,等.桑枝叶粉饲料化利用的营养及功能性研究初探[J].饲料与畜牧,2011(7):33–36.

[35]李明福,何俊燕,连文伟.菠萝叶饲料化利用研究现状及发展方向[J].热带农业工程,2011,35(4):9–11.

[36]倪小军,陈文军,刘记水,等.金针菇菌糠饲料化应用研究[J].食药用菌,2013,21(1):39–41.

[37]陈芳.竹笋下脚料饲料化利用研究[D].硕士学位论文.合肥:安徽农业大学,2014.

[38]胡理明.茭白鞘叶的青贮和饲喂技术[J].中国动物保健,2015,17(10):26–27.

[39]LIU J X,WANG X Q,SHI Z Q,et al.Nutritional evaluation of bamboo shoot shell and its effect as supplementary feed on performance of heifers offered ammoniated rice straw diets[J].Asian-Australasian Journal of Animal Sciences,2000,13(10):1388–1393.

[40]CHAMPE K A,MAURICE D V.Response of early weaned rabbits to source and level of dietary fiber[J].Journal of Animal Science,1983,56(5):1105–1114.

Technologies of Feed Utilization for Vegetable Waste and Its Application in Livestock and Poultry Production

QI Ruxin WEI Tao WANG Mengzhi* ZHANG Shiyuan*

（*College of Animal Science and Technology, Yangzhou University, Yangzhou* 225009, *China*）

Abstract: Vegetable waste has a certain nutritional value, is one of the better feed resources for animal. If vegetable waste could be used reasonably, not only more unconventional feed resources will be produced, but also the problem of environment derived from vegetable waste will be eased. Thus, this article summarized the research progression of vegetable waste including their distribution, application situation, nutrient contents, feed utilization techniques, and the application in livestock and poultry production, in order to provide a reference for the application of vegetable waste for feed processing.

Key words: vegetable waste; utilization; feed; technology

*Corresponding author, associate professor, E-mail: mengzhiwangyz@126.com (责任编辑 菅景颖)